云　南　植　物　研　究　2003，25（3）：313～320
Acta Botanica Yunnanica

扫描电镜下真蕨目孢子表面纹饰的分类*

王全喜[1]，于　晶[1,2]
（1 上海师范大学生物系，上海　200234；2 复旦大学生物多样性研究所，上海　200433）

摘要：基于大量的扫描电镜观察的基础上，将我国产真蕨目孢子的表面纹饰进行分类，对每种类型进行了特征描述并附有照片，为孢粉学的研究提供参考资料。

关键词：真蕨目；孢子形态；表面纹饰分类；扫描电镜
中图分类号：Q 944　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：0253－2700(2003)03－0313－08

Classification of Spore Ornamentation in Filicales under SEM

WANG Quan-Xi[1]，YU Jing[1,2]
（1 *Department of Biology*，*Shanghai Normal University*，Shanghai 200234，China；
2 *Institute of Biodiversity Science*，*Fudan University*，Shanghai 200433，China）

Abstract：In this paper，the superficial ornamentation of spores of order Filicales from China was classified based on the observation under scanning electron microscope（SEM）. The morphological features of each type with micrographs were described.

Key words：Filicales；Spore morphology；Superficial ornamentation；SEM

在孢粉学工作中，对孢子表面纹饰的描述是非常重要的，在这方面，许多学者已积累了相当丰富的术语。早期的术语，都是基于光镜下观察（Erdtman，1957，1969；Huang，1981）或古植物学（Fensome，1987）研究中所应用的。扫描电镜的出现，使原来光镜下模糊的结构看的更清楚，也发现了一些不能观察到的细微结构，因此，一些学者在原有术语基础上，根据电镜的观察，又补充和修正了一些孢子形态术语（Hickey，1986；Tryon，1991；David，1997）。但是，仍有一些不完善的地方。在我国，有关蕨类植物孢子形态表面纹饰的描述，多数采用《中国蕨类植物孢子形态》一书中所采用的术语（张玉龙等，1976）。在此基础上，加以完善、补充，建立一套适用于扫描电镜下观察进行描述的孢子表面纹饰术语是非常必要的。作者在近年来的工作中，对我国产近千种蕨类植物的孢子进行了扫描电镜观察，基于我们的观察，结合前人的工作，将我国产真蕨目孢子形态表面纹饰类型进行了划分，供有关研究者参考。

光滑（psilate）：孢子表面即无突出物也无凹陷，表面平，光滑（图版Ⅰ：1）。

粗糙（scabrate）：孢子表面无大的突出物和凹陷，表面粗糙（图版Ⅰ：2）。

---

* 基金项目：上海市自然科学基金资助（002A14043）；国家自然科学基金资助（30270088）
收稿日期：2002－09－17，2002－11－11 接受发表
作者简介：王全喜（1956－）男，理学博士，教授，主要从事植物学的教学与科研工作。

皱状纹饰（rugate）：孢子表面无突出物和凹陷，表面不平，皱纹状（图版Ⅰ：3）。

穴状纹饰（foveolate）：孢子表面具直径较大的、近圆形的凹陷（图版Ⅰ：4）。

细孔状纹饰（punctate）：孢子表面具直径小、稀疏的点状凹陷（图版Ⅰ：5）。

颗粒状纹饰（granulate）：孢子表面具颗粒状突起或附着物，颗粒（granum）顶面观为近圆形，一般直径较小，大小可略有变化（图版Ⅰ：6）。

乳头状纹饰（papillate）：孢子表面具乳头状突起，突起（process）顶面观为近圆形，顶端常稍尖，一般直径较小（图版Ⅰ：7～8）。

蠕虫状纹饰（vermiculate）：是孢子表面微细的长条形的突出纹饰，比较短，不规则弯曲（图版Ⅰ：9）。

疣状纹饰（verrucate）：孢子表面扁而大的突起，疣（verruca）的高度小于宽度，顶部呈扁圆形，较整齐（图版Ⅱ：10～11）。

瘤状纹饰（tuberculate）：孢子表面具近球形较大的突起，瘤（tuberculum）的高度稍大于宽度或相等，顶端呈半圆形，较整齐（图版Ⅱ：12）。

块状纹饰（rugulate）：孢子表面具不规则突起，有时类似于瘤或疣（图版Ⅱ：12）。

棒状纹饰（baculate）：孢子表面具细长的棒状突起，棒（baculum）高大于宽的 1.5 倍，棒头半圆形（图版Ⅱ：13）。

刺状纹饰（echinate）：孢子表面具细长而尖的刺状纹饰，刺（echinae）基部的宽度远大于末端的宽度，末端尖（图版Ⅱ：14）或钝（图版Ⅱ：15，16）。

毛状纹饰（capillate）：孢子表面具细密的毛（capillus）（图版Ⅱ：17，18）。

肋条状纹饰（costate）：孢子表面具规则的脊状突起，平行排列成肋条状（图版Ⅱ：19）。

条纹状纹饰（stiate）：孢子表面具条状凹陷或突出（图版Ⅲ：20）。

脊状纹饰（lophate）：是孢子表面平卧的长条形纹饰，脊（lophos 或 ridge）一般由周壁外层隆起的褶皱形成（图版Ⅲ：21）或由外壁隆起形成（图版Ⅲ：22）或周壁加厚形成（图版Ⅲ：23），顶缘为半圆形或圆滑，长短和厚薄变化较大，常弯曲或连接成网状。

片状纹饰（lamellate）：是由周壁形成的薄而高的长条形褶皱，呈薄的片状，片（lamella）的边缘不尖锐（图版Ⅲ：24）。

耳状纹饰（auriculate）：是由周壁形成的薄而高的短片状褶皱，呈耳状（图版Ⅲ：25）。

翅状纹饰（pterate 或 alate）：是由周壁形成的薄而高的长条形纹饰，呈薄的翅状，翅（wing）的边缘尖锐（图版Ⅲ：26）。

鸡冠状纹饰（cristate）：孢子表面具薄而高的片状嵴（crista），似鸡冠状，也可看作是比较短的翅状或片状纹饰（图版Ⅲ：27）。

翅脊状纹饰（alar-lophate）：在脊的顶缘具矮的翅，可看作是脊状和翅状的过渡类型（图版Ⅲ：28）。

角状纹饰（corneate）：孢子表面具粗大尖的突起，呈角状（图版Ⅳ：29）。

波纹状纹饰（undulate）：孢子表面凹凸不平，呈波纹状（图版Ⅳ：30）。

丝毛状纹饰（sericate）：用于描述周壁结构疏松、由细丝交织成网状的一类孢子的表

面纹饰的术语，这类纹饰在光镜下很难观察清楚，常被描述成颗粒状纹饰（中科院植物研究所古植物研究室孢粉组，1976，156 页，图 48）或毛状纹饰（中科院植物研究所古植物研究室孢粉组，1976，236 页，图 73），在扫描电镜下，可清楚地观察到它的微细结构，表面呈细丝交织成网状或末端游离似毛状（图版Ⅳ：31，32）。

窗孔状纹饰（fenestrate）：周壁结构疏松，呈海绵状，表面看上去似窗孔状或蜂窝状（图版Ⅳ：33）。

筛网状纹饰（cribrate）：周壁结构异常疏松，呈筛网状疏松的包在孢子外壁上（图版Ⅳ：34）。

绳索状纹饰（funiculate）：周壁外层形成绳索状条纹（funicle），在孢子表面交织成网（图版Ⅳ：35）。

环状纹饰（circinate）：周壁外层形成由绳索状丝构成的环，直立或倾斜的排列在孢子表面（图版Ⅳ：36）。

以上是中国真蕨目植物孢子形态表面纹饰的基本类型，在这些类型之间常存在一些过渡类型，如：瘤和颗粒、瘤和块、疣和块、瘤和刺、脊和块、脊和片、片和翅等等，我们有时用瘤块状、疣块状等描述。也有的是两种以上的纹饰混合，我们描述时将其并列写出或以较大的纹饰为主描述。

在一些大的纹饰上面，常有一些微细的纹饰或修饰纹饰存在，如流苏状的（fimbriate）、具穿孔的（foraminate）、具颗粒的（granulate）、具小刺的（echinulate）等等。描述时采用将小的形态修饰大的纹饰的方式，如具颗粒的脊状纹饰、具穿孔的脊状纹饰、流苏状的翅状纹饰、具刺的脊状纹饰等等。

下面术语在孢子纹饰描述中常用，但在前人的著作中，用法比较混乱，本文在纹饰的基本类型的描述中没有列入，其术语的含义如下：

具褶皱的（plicate）：是孢子周壁外层向外隆起形成褶皱（fold）的一类总称。褶皱是周壁结构的一种类型，是形成表面纹饰的一种方式。褶皱类型有许多种，如脊状褶皱（图版Ⅲ：21）、片状褶皱（图版Ⅲ：24）、瘤状褶皱（图版Ⅳ：37）、刺状褶皱（图版Ⅱ：16）等纹饰类型。

网状纹饰（reticulate）：这是使用最为广泛的一种纹饰类型，它所包含的内容也很复杂，同是称作网状纹饰的孢子，其纹饰的差异却很大，如上述基本纹饰类型中的丝毛状、筛网状、绳索状、翅状、脊状、穴状等。为了避免这种混乱，在基本纹饰类型中我们没有用此概念。我们把网状看作是上述基本类型纹饰的一种排列方式，脊状、片状、翅状、丝状、索状、穴状等纹饰都可以连接排列成网状。

拟网状纹饰（ornate）：和网状纹饰一样，拟网状也是前人著作中常用的纹饰类型之一，也存在着同是拟网状纹饰类型之间的差异，我们也把它作为基本类型纹饰的一种排列方式。

还有一些孢子具赤道环（cingulum）、裂缝边缘（margo）、近极脊（proximal ridge）、远极脊（distal ridge）等结构，这些结构与光镜下叙述无异，在此不做描述。

〔参 考 文 献〕

David BL，Taylor WC，1997. A classification of spore ornamentation in the Pteridophyta [J]. *Royal Botanic Gardens*，*Kew Holttum Memorial Volume*，33—42

Devi S，1988. Spores of pteridophytes [J]. *Indian Fern J*，**5**：28—57

Erdtman G，1957. Pollen and Spore Morphology. Plant Taxonomy，Gymnospermae，Pteridophyta，Bryophyta [M]. Stockholm：Almqvist & Wiksell，1—151

Erdtman G，1969. Handbook of palynology-An introduction to the study of pollen grains and spores [M]. Munksgaard，Copenhagen，1—486

Fensome RA，1987. Taxonomy and biostratigraphy of schizaealean spores from the Jurassic-Cretaceous boundary beds of Aklavik Range，District of Mackenzie [J]. *Palaeontogr Canad*，**4**：1—49

Hickey RJ，1986. Isoëtes megaspore surface morphology：nomenclature，variation and systematic importance [J]. *Amer Fern J*，**76**：1—16

Huang TC（黄增泉），1981. Spore Flora of Taiwan [M]. Taiwan：Tah-Jinn Press，1—112

Tryon AF，Lugardon B，1991. Spores of the Pteridophyta [M]. New York etc：Springer-Verlag，1—648

Zhang YL（张玉龙），Xi YZ（席以珍），Zhang JT（张金谈），*et al*.，1976. Sporae Pteridophytorum Sinicorum（中国蕨类植物孢子形态）[M]. Beijing：Science Press，1—451

Explanation of Plates

Plate Ⅰ 1-9. SEM micrographs of spore ornamentation. 1. *Dipteris chinensis*，×1 700；2. *Antrophyum formosanum*，×1 300；3. *Pellaea calomelanos*，×1 000；4. *Lygodium scandens*，×1 000；5. *Dicranopteris pedata*，×1 700；6. *Drynaria fortunei*，×1 000；7，8. *Trichomanes striatum*，7. ×1 700 8. ×4 000；9. *Allantodia hachijoensis*，×1 300

Plate Ⅱ 10-19. SEM micrographs of spore ornamentation. 10. *Drynaria sinica*，×1 000；11. *Cryptogramma raddeana*，×1 000；12. *Lygodium conforme*，×700；13. *Acystopteris japonica*，×1 300；14. *Leptogramma scallanii*，×1 300；15. *Cystopteris kansueana*，×1 200；16. *Cystopteris montana*，×1 700；17，18. *Microlepia pseudostrigo*，17. ×1 300 18. ×4 000；19. *Schizaea digitata*，×1 300

Plate Ⅲ 20-28. SEM micrographs of spore ornamentation. 20. *Alsophila spinulosa*，×1 300；21. *Peranema cyatheoides* var. *luvonicum*，×1 300；22. *Onychium japonicum* var. *lucidum*，×1 000；23. *Monomelanglum pullingeri*，×1 000；24. *Rhachidosorus blotianus*，×1 800；25. *Cyrtomium oimeiense*，×1 000；26. *Bolbitis heteroclita*，×1 300；27. *Cheilosoria belangeri*，×1 000；28. *Asplenium davallioides*，×1 300

Plate Ⅳ 29-37. SEM micrographs of spore ornamentation. 29. *Nettopteris latibasisa*，×1 300；30. *Lepisorus thunbergianus*，×1 000；31，32. *Aleuritoopteris veitchiii*，31. ×1 000 32. ×3 300；33. *Polystichum jizhushanense*，×1 300；34. *Egenolfia medogensis*，×1 300；35. *Pseudophegopteris pyrrhorachis*，×1 300；36. *Glaphyropteridopsis mollis*，×1 300；37. *Arachniodes assamicas*，×1 300